

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Амурский государственный университет»

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

**ТЕМА: «Экзогенные процессы рельефообразования на территории
Амурской области. Наледи»**

Составитель: Кезина Т.В., д.г.-м.н., профессор каф. ГиП
Факультет Инженерно-физический
Кафедра Геологии и природопользования

2012 г.

*Печатается по разрешению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного университета*

Составитель: Т.В. Кезина

Методическое пособие по дисциплине «Геоморфология и четвертичная геология»,
тема: **«Экзогенные процессы рельефообразования на территории Амурской области.
Наледи»** : учебное пособие, /Т.В. Кезина – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2012.
– 41 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальностям 130301.65 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»

Пособие предназначено для студентов кафедры геологии и природопользования инженерно-физического факультета АмГУ.

В авторской редакции.

Содержание

Введение	4
Наледи и причины их образования	5
Влияние наледей на форму долин и особенности аллювиальных отложений	6
Механизм образования ММП и наледей.	10
Влияние наледей на рельеф и транспортные артерии.	12
Методы и средства противоналедной защиты	13
Заключение	14
Литература	18
Справочная дополнительная литература	18
Терминологический словарь	21

ВВЕДЕНИЕ

Наледи как мерзлотно-гидрогеологическое явление изучены в настоящее время достаточно полно. Наледям посвящена весьма обширная литература, большая часть которой пошла в библиографический указатель сборника «Наледи Сибири» [1969]. Основное количество работ касается региональных исследований наледей, их распространения, условий и причин образования, воздействия на инженерные сооружения, мер борьбы с вредными воздействиями, оценка наледей как гидрогеологического фактора. Начаты широкие гидрохимические исследования наледных льдов. Работы Н.И. Толстихина, П.Ф. Швецова, А.И. Калабина, А.С. Симакова, посвященные исследованию наледообразовательных явлений, стали классическими. Значительным шагом в изучении наледей в последние годы явилась работа О.Н. Толстихина «Наледи Северо-Востока СССР» [1970]. Между тем в литературе, посвященной явлениям наледообразования, мало разработанными оказались вопросы геологической деятельности наледей. Влияние наледей на рельеф рассматривалось П.Ф. Швецовым и В.П. Седовым [1941], А.С. Симаковым [1959], С.М. Фотиевым [1965] и другими, показавшими, что наледи определяют своеобразную эрозионную деятельность рек в долинах, способствуют развитию боковой и ослаблению донной эрозии.

По возникающим при этом наледным формам рельефа: «наледным полянам», «наледным долинам» - оцениваются максимальные площади наледей и консервирующиеся в них запасы наледообразующих вод. Наледи в современных условиях наиболее развиты в горно-складчатых областях с суровым резко континентальным климатом, обычно с широким распространением мерзлых толщ. На платформах, в условиях равнинного рельефа, их развитие крайне невелико. Однако наблюдения последних лет, проведенные в Польше, показали, что в предледниковой зоне материковых оледенений были широко развиты наледи. Они оставили отчетливые следы в рельефе и повлияли на состав перигляциального аллювия и, видимо, флювиогляциальных отложений. Появление их было связано с существенным изменением мерзлотно-гидрогеологической обстановки на равнинах Европы в периоды оледенений. Ранее наличие наледообразовательных процессов на равнинах в период их оледенений в литературе не отмечалось.

Амурская область расположена в юго-восточной части Российской Федерации, в лесной зоне умеренного географического пояса и составляет 12 % территории Дальнего Востока.

Север и восток области занимают преимущественно горные и возвышенные участки (60 % территории), южная и центральная часть - Амуро-Зейская равнина, представляют собой равнинные территории.

Климат Амурской области формируется при взаимодействии масс Азиатского материка и обширной акватории Тихого океана, причем влияние суши и океана почти уравнивается. В целом, климат Амурской области муссонный, с ярко выраженными чертами континентальности (5).

Средняя температура самого холодного месяца составляет -35°C , а самого теплого $+17^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха составляет -7°C .

НАЛЕДИ И ПРИЧИНЫ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Наледь это ледяное тело, образующееся в результате послыйного замерзания речных или подземных вод, излившихся на земную поверхность или в полости горных пород вследствие напорной разгрузки подземных или поверхностных вод. Главной причиной изливания вод является возникновение гидродинамического и гидростатического напора при сезонном промерзании подземных водоносных трактов, водотоков и водоёмов.

На территории области чаще встречаются наледи подземных вод и смешанного (подземного и поверхностного) питания (4). Существуют наледи речных, надмерзлотных и подмерзлотных вод. Иногда вода не может подняться на поверхность, например, если она попадает в пространство между многолетнемерзлыми породами и промерзшими сезонноталыми слоями. Тогда она, замерзая, превращается в ледяную линзу, которая увеличиваясь в объеме, приподнимает кровлю, образуя гидролакколит или подземную наледь (1).

Наиболее широко наледи распространены в северных районах Амурской области (Тындинский, Зейский, Сковородинский, и др.), подчиняясь высотной зональности и широтной поясности и тесно связаны с распространением многолетнемерзлых пород (ММП). Также, наледи характерны для районов глубокого сезонного промерзания (юг Амурской области, с приуроченностью к плоскоувалистому ландшафту, долин рек Амура и Зеи, и их террасам).

Интенсивность развития наледей зависит от запасов подземных вод, водности предшествующего теплого сезона и глубины промерзания сезонно-талого слоя. Зачастую, места выхода наледей на амурских реках приурочены к участкам резкого уменьшения сечения русла и очагам разгрузки подземных вод (3).

Наледные процессы включают в себя образование, развитие и разрушение наледей. Основными факторами, определяющими образование и развитие наледей, являются: климат, рельеф, гидрогеологические условия, тектоника и многолетняя мерзлота.

Режим и формы развития наледей в большой степени зависят от мерзлотных условий территории (5).

Наледи в зоне сплошного распространения ММП на территории Амурской области имеют ограниченное распространение. Это объясняется сокращением ежегодного восполнения запасов подземных вод в условиях значительной промороженности (100-500 м) пород. Наледи в этих условиях прослеживаются в высокогорных и среднегорных областях по хребтам Становой, Джугдыр, Чельбаус, Каларский, северный и южный Дырындинский (5). Магматический и метаморфический комплекс которых представлен в основном, архейскими породами, разбитыми многочисленными тектоническими разломами, к которым и приурочена разгрузка подземных вод. В связи с этим, в этих районах преобладают ключевые наледии, редко смешанные, характеризующиеся средними и большими размерами. Площадное распространение наледных процессов весьма слабое и составляет 0,1% от общей площади.

Наледоопасными участками являются: склоны северной экспозиции с неглубоким залеганием вечномерзлых грунтов, имеющие надмерзлотные воды; групповые выходы родников подземных вод; сильно заболоченные склоны; устья водотоков, особенно места слияния нескольких водотоков; водотоки с распластанными руслами, малыми глубинами и выступающими из воды грядами галечника; перекаты со скальными выступами и валунами; порожистые участки (6).

Наледи в зоне прерывистого и массивно-островного распространения ММП отмечаются в среднегорных и низкогорных областях хребтов Джугдыр, Становой, Джелтулинский Становик, Соктахан, Тукурингра, Янкан, Чернышева, Турана, Эзоп, а также в пределах Верхнезейской и краевых частях Амуро-Зейской впадин.

ВЛИЯНИЕ НАЛЕДЕЙ НА ФОРМУ ДОЛИН И ОСОБЕННОСТИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Типы наледей по условиям их питания, приуроченности к определенным элементам рельефа, по площади и объемам наледного льда весьма различны и многочисленны. Наибольшее значение в формировании рельефа и особенностей отложений имеют наледии, расположенные в днищах долин рек и ручьев и связанные по своему происхождению с поверхностными, аллювиальными, грунтовыми водами и подземными водами глубокой (часто подмерзлотной) циркуляции.

Наледи, образующиеся в днищах долин, оказывают влияние на растительный покров, состав отложений, залегающих в их основании, особенности аккумуляции и денудации отложений, морфологию долины. Рассмотрим характер этих воздействий.

Форма и размеры наледи зависят от морфологии днища, от дебита источника питающих ее вод, климатических условий, что уже достаточно полно описано в литературе. Наледи, приуроченные к русловой и прирусловой (пойменной) части долины, имеют обычно плосковыпуклую форму и максимальную мощность на наиболее низких элементах рельефа. Толщина льда уменьшается от более высоких поверхностей, покрытых наледью, к ее периферии и нижнему по долине концу. Поверхность наледного тела обычно бывает неровная, осложненная буграми, причем микрорельеф этой поверхности ежегодно меняется. Весной наледи в долинах рек являются препятствием для пропуска полых вод. Воды ручья или реки, встречая на своем пути наледное тело, могут растекаться по нему, следуя микрорельефу поверхности наледи, образовывать русла, часто многочисленные. Русла сначала проходят во льду наледи, а по мере таяния достигают минерального ложа и вырабатывают в нем свое «корыто». Число таких русел, их положение и водный режим каждый год различны. Они определяют динамичность и неустойчивость наносов в основании наледи. Если наледь покрывает пойменную поверхность, то такие русла приводят к размыву пойменной фации аллювия и выносу такого материала вниз по ручью или реке и переотложению его в другом месте. Полые воды, несущие взвешенный материал, могут откладывать его на лед наледи. При таянии последнего он переотлагается, а тонкие фракции частично выносятся. Все это приводит к тому, что состав аллювия в основании такой наледи меняется по сравнению с участками реки, где наледообразование отсутствует.

Основным изменением является размыв пойменной фации аллювия и вынос тонкого пылевато-глинистого материала. В основании наледи частично остается русловой аллювий, формировавшийся при отсутствии воздействия этого явления, а частично формируется аллювий наледного поля. Характерным является развитие последнего под воздействием преимущественно небольших водотоков с коротким сроком существования и резко переменным гидрологическим режимом, часто с небольшими скоростями течения. Это обуславливает при общем его грубом песчано-гравийно-галечном составе определенную литологическую пестроту, наличие в нем линзочек и прослоев более тонких по составу отложений (тонкопесчаных, пылеватых, супесчаных и суглинистых).

Одновременно с этим многочисленны прослойки и линзы крупного хорошо промытого материала, а также крупного с тонким заполнителем. Имеющийся материал, правда недостаточно полный, позволяет говорить о том, что на участках наледообразования в целом наиболее промыты приповерхностные слои аллювия.

Микрорельеф наледных участков связан с дроблением русел, их фуркацией, он обычно крайне неустойчив и меняется из года в год.

Литологические особенности аллювия наледного поля различны в разных геологических условиях. Они зависят от общего состава аллювиальных отложений, близости коренных пород, их состава и т.д. Так, в долинах горных рек обычно преобладает валунно-гравийно-галечный материал, во впадинах, на равнинах превалирует песчаный или гравийно-песчаный. Степень размыва отложений пойменных фаций и сортированности аллювия наледных полей в большей мере зависит от срока существования наледи на одном месте. Наледи, кратковременно существующие, часто меняющие свое положение, мигрирующие, способствуют накоплению менее промытого материала, длительно существующие - более промытого, лишенного тонких фракций.

Весьма часто наледь в днище долины отклоняет русло в сторону, к ее периферии, где мощность льда меньше. В этом случае может происходить подмыв бокового уступа высокого элемента рельефа, к которому «прислоняется» наледь, и днище долины на участке наледообразования расширяется. Именно такие расширения днищ создают своеобразие наледных долин, где относительно узкие участки с серией террас, имеющих нормальное строение аллювия, сменяются расширенными. На последних террасовые уровни часто размывы и остаются в виде небольших фрагментов или, напротив, развиты широко, чаще с одного борта долины. В этом случае они созданы под воздействием того же наледообразовательного процесса и обычно лишены пойменных фаций аллювия. В случае, когда наледь имеет вогнутую форму и мощность льда в средней ее части меньше, чем по периферии, активной боковой эрозии не происходит (*Калабин, 1960*).

Многие исследователи указывают, что крупные наледи являются своеобразными местными базисами эрозии. Уклон русел рек на участках устойчивого наледообразования уменьшается.

Развитие наледей в долинах рек приводит к угнетению растительных покровов, вплоть до их полного уничтожения. Там, где наледь размывается полыми водами, растительные покровы уничтожаются вместе с пойменными фациями аллювия. Там, где размыва не происходит, а наледь стаивает под действием солнечного тепла, растительность испытывает угнетающее воздействие и тем больше, чем дольше срок ее существования. Последний в свою очередь продолжительнее при большей мощности наледного льда. В южных районах наледи с одинаковой мощностью льда растаивают полностью быстрее, чем в северных. Следовательно, в этом случае влияние наледей на растительность в определенной мере зонально. В первую очередь под действием наледей погибает обычно древесная растительность. Особенно легко это происходит, когда деревья растут на многолетнемерзлом

субстрате. Развитие наледи приводит к тому, что сезонное оттаивание отложений, к которым приурочена корневая система растений, начинается существенно позже, уменьшается по мощности и имеет более суровый температурный режим. Период вегетации сокращается, это приводит к угнетению растительности и даже полной ее гибели.

Наледи, покрывающие участки с талым субстратом, действуют на растительность слабее. Корневая система деревьев в таликах уходит глубже слоя сезонного промерзания. Известны случаи, когда деревья на наледном поле в пределах талика покрывались листьями задолго до стаивания наледного льда даже в суровых условиях Северо-Востока СССР (Букаев, 1969).

При образовании наледей в тело последних часто включаются линзы и глыбы подстилающего их аллювия, приподнятые давлением наледообразующих вод. В ряде случаев грунт бывает выжат на поверхность наледи, в результате чего образуются грунтовые бугры, часто соседствующие и генетически связанные с ледяными буграми на наледях (рис. 3). На периферии наледного тела и в его обрамлении часто образуются многочисленные гидролакколиты, имеющие или торфяно-суглинистую кровлю, или перекрытые слоем песчаных и гравийно-галечных отложений. Описаны они многими исследователями, подчеркивающими генетическую связь наледей и гидролакколитов. Последние являются, как правило, образованиями недолгоживущими, протаивающими или ежегодно, или в течение ряда лет. В процессе вытаивания ледяного ядра кровля обычно разрушается, породы переоткладываются, частично перемываются, теряют первичную слоистость. Растительность на этих местах погибает. На месте гидролакколитов часто образуются замкнутые провальные формы различных размеров, усложняющие рельеф аллювиальных поверхностей в обрамлении наледей.

Под наледями в слое сезонного оттаивания или в слое сезонного промерзания в одних случаях образуются линзы и прослои инъекционных льдов, в других - слои породы бывают настолько обогащены инъекционным льдом, что приобретают базальную или атакситовую криогенную текстуру. При переходе в многолетнемерзлое состояние эти обогащенные льдом слои, особенно в суровых мерзлотных условиях, могут существовать достаточно долгое время. В пределах ложа наледных полей они развиты весьма широко, внешне часто не проявляясь в рельефе. Однако они хорошо устанавливаются при проведении электропрофилирования благодаря весьма высоким удельным сопротивлениям.

При многолетнем оттаивании пород, залегающих в основании наледных полей, на месте линз инъекционных льдов возникают западины, тем более выразительные, чем больше размеры льдов. При этом первичный характер залегания пород в кровле нарушается.

Распученные, сильнольдистые отложения при оттаивании уплотняются, в них возникают системы мелких сбросов, сколов, трещин; иногда наблюдаются нарушения слоистости в отдельных линзах пород и другие явления, связанные с оседанием при вытаивании льда.

Поверхности, находившиеся под действием наледообразовательного процесса, лишенные растительности и отложений пойменных фаций, сложенные достаточно грубыми накоплениями, могут подвергаться воздействию криогенных процессов: морозной сортировке каменного материала, приводящей к образованию структурных грунтов, морозобойному растрескиванию и формированию повторно-жильных ледяных и грунтовых образований, морозному пучению и т.д. Эти процессы могут иметь место как на участках, уже покинутых наледями, так и там, где наледи имеют место. Во втором случае криогенные процессы дают заметный эффект только тогда, когда мощность льда невелика и появляется он достаточно поздно. Чаще всего они приурочены к периферии наледных тел, И.В. Климовским В 1967 г. описано заливание морозобойных трещин водой, образывавшей наледь. Автор наблюдал формирование структурных форм на периферии наледной поляны крупной наледи на р. Тарынг-Юрэх в Селенняхском хребте. В этом же районе на р. Сакындже повсеместно были развиты полигонально-трещинные формы, возникшие на основе морозобойного растрескивания как с грунтовыми жилами, так и с повторно-жильными льдами на участках старых наледных полей, давно не покрываемых наледями. Подчеркнем, что эти явления развиваются в грубообломочных отложениях, своеобразном русловом аллювии. Вне наледных полей такие отложения в процессе аккумуляции воздействию криогенных процессов не подвергаются, позднее они бываюи перекрыты отложениями фаций пойменного аллювия, к которым и приурочены криогенные образования.

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ

Наледи встречаются по всей территории Амурской области и образуются зимой при сильных морозах и могут достигать толщины от нескольких метров до десятков м. Особенно крупные наледи образуются в долинах горных рек, питающихся мощными подземными источниками. Площадь таких наледей может достигать десятков километров, а мощность нескольких метров. Летом наледи тают, но в горных районах сохраняются многолетние наледи (2). Образование наледей способствует развитию фуркации русла, и образованию резких расщрений долин с образованием в холодные периоды наледных полей (Леонтьев, Рычагов, 1988). Наледные поляны отчетливо выделяются на местности по отсутствию в их пределах древесной растительности. В ряде случаев наледи служат своеобразными

плотинами, за которыми образуются озера. Спуск таких озер приводит к паводкам и интенсивным эрозионным процессам.

В южной части Амурской области широким распространением пользуются наледи в области плоскоувалистого ландшафта и эрозионно-аккумулятивных равнин. Здесь отмечается до четырех наледей на 100 км². Образование их тесно связано с тектоникой, обуславливающей приуроченность наледей к зонам тектонических нарушений, через которые происходит разгрузка водоносных горизонтов. Наледи, в основном, ключевые, реже смешанные и речные со средней площадью 0,2-0,3 км².

Максимальной интенсивностью развития наледей характеризуется плоскоувалистая область Амуро-Зейской равнины (до 50% площади), что приближается к максимально возможной для данного типа ландшафта.

Наиболее крупные наледи тяготеют к долинам рек, приурочены к руслам и поймам рек, распадкам и террасам. В основном это наледи подземного и смешанного питания. Площадь смешанных наледей от 0,01- 0,4 км². Ключевые наледи значительно меньших размеров. Мощность наледей 2-3 м.

В пределах южной части Амурской области незначительная территория представлена террасированной равниной и днищами крупных водотоков (Амур, Зeya, Томь). Для этих областей развитие наледей не характерно. Наледи здесь встречаются крайне редко (1 наледь на 100 км²). По типу формирования это, в основном, русловые, реже ключевые и смешанные, преимущественно малых и средних размеров. В морфологическом отношении расположение наледей приурочено к участкам русел и пойм. При этом наименьшие площади наледей отмечаются в руслах рек (до 0,1 км²). Наледи с максимальными размерами приурочены к участкам пойм, здесь их площадь достигает 0,2 км² (5).

В зоне отсутствия многолетнемерзлых пород частота проявления наледей не превышает 0,18-0,21 на 100 км². В первом случае их форма изометрична или слегка вытянута, во втором длина во много раз превышает ширину, а конфигурация контролируется руслом реки. Размеры наледей при этом изменяются от 0,002 до 0,2 км².

Известно, что наледи мигрируют, т.е. меняют свое местоположение, форму, размеры; они могут появляться и исчезать вновь, оставляя следы своей деятельности. Причины и особенности миграции наледей различны. Геологический эффект наледообразовательной деятельности связан в значительной мере с особенностями их миграции. Он неодинаков в разных мерзлотных, гидрогеологических и климатических условиях и зависит как от общей мерзлотно-гидрогеологической обстановки в целом, так и от характера таликов, к которым приурочены наледи и воды которых идут на их образование. Важное значение для миграции

наледей имеет соотношение разных категорий таликов, их устойчивость при изменении природных условий и динамика их развития.

В условиях суровых низкотемпературных мерзлых толщ часто наледные формы в долинах горно-складчатых областей занимают несравненно большие площади, чем сами наледи, которые строго локализованы и приурочены к гидрогеогенным или подрусовым и пойменным напорно-фильтрационным таликам. Так, в северном Верхоянье наледи мигрируют по долинам в течение длительного отрезка времени в соответствии со смещениями таликов, изменением их характера в процессе неотектонического и мерзлотно-гидрогеологического развития территории.

Если под телом наледи имеется талик, то весной, по мере ослабления морозов, идущие по талику воды постепенно оттаивают наледь снизу, образуя подледный канал. В период половодья именно по этому каналу происходит в первую очередь разрушение наледи речными водами. Они прокладывают свое русло на участке наледообразования, используя этот канал как ослабленное место, взламывая лед наледи снизу. Русло из года в год здесь тяготеет к полосе грунтово-фильтрационного талика и не подвержено частому перемещению. Это ослабляет эрозионную деятельность весенних вод на участке наледообразования.

Значительное число крупных наледей связано с аллювиальными водами подрусовых и пойменных грунтово-фильтрационных таликов как сквозных, так и несквозных.

ВЛИЯНИЕ НАЛЕДЕЙ НА РЕЛЬЕФ И ТРАНСПОРТНЫЕ АРТЕРИИ

Практически вся территория севера Амурской области (зона БАМ) охвачена наледями подземных и грунтовых вод, имеющими различные размеры и динамику. Значительная часть наледей выработала хорошо выраженные наледные поляны (2).

Наледи наносят материальный ущерб, перекрывая и разрушая дороги, нарушая естественные откосы горных выработок, осложняют процессы строительства и добычи полезных ископаемых. Крупные наледи воздействуют на рельеф.

Не опасны в отношении наледообразования и благоприятны для прокладки трассы водораздельные участки, зоны сочленения долины и склонов водоразделов, склоны антиклинальных долин, борта моноклинальных долин с падением пластов в глубь склона, сухие склоны и террасы южной экспозиции, водотоки с глубокими узкими руслами, заросшими растительностью (6).

В результате выполнения НИР автором были изучены наледи Селемджинского района по автомобильной трассе Февральск – Стойба. Первая из них (рис.1) ежегодно проявляется к концу января, после крещенских морозов. Ее образованию способствует перемерзание русла

небольшого ключа, который находится в 10 метрах от дороги. Наледь имеет линзовидную форму, длину около 100 м, при ширине до 32 м. Мощность наледи различна: от 0,1 м до 2,5 м. Во многих местах слой наледи нарушен тяжелым транспортом и в результате образуются ямы глубиной от 0,05 м до 0,7 м.



Рис. 1. Наледь на 27 км автодороги Февральск – Стойба.

Методы и средства противоналедной защиты

Основные методы защиты транспортных и других инженерных сооружений от вредного воздействия наледей заключаются в проведении следующих мероприятий:

1. обходе или рациональном пересечении в плане и профиле трассой дороги наледных участков, обеспечивающих минимальное нарушение водно-теплового режима существующих наледей и исключают возникновение искусственных наледей;
2. снижение активности природного наледного процесса или исключение возможности образования наледи в непосредственной близости от защищаемого объекта (насыпи, выемки и др.) посредством регулирования водно-теплового режима существующей наледи или наледного участка в месте возможного возникновения искусственной наледи (рис. 2);
3. предохранение транспортных и других сооружений от вредного воздействия наледей посредством применения соответствующих противоналедных сооружений и устройств ограждающего типа (6).



Рис. 2. Проведение противоналедных работ в районе 45 км автодороги Февральск – Стойба. На рисунке показано как с помощью дорожной спецтехники убирают наледь с проезжей части. С левой стороны дороги делают канаву для стока воды при таянии наледи в весенний период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наледообразовательный процесс, зависящий от комплекса мерзлотно-гидрогеологических и климатических условий, испытывает ежегодные и многолетние (иногда многовековые) изменения. В связи с этим наблюдается миграция наледей, т.е. изменение мест наледообразования, их формы и размеров, объемов наледного льда. Целесообразно выделять ежегодную и многолетнюю (вековую) миграцию.

Ежегодная миграция наледей в большей степени характерна для территорий с достаточно мягкими мерзлотно-гидрогеологическими условиями и резко континентальным климатом. Она присуща наледям, связанным своим образованием с водами,двигающимися по грунтово-фильтрационным таликам или таликовым зонам, в которые входят талики различных категорий. Ежегодная миграция наледей связана с ежегодными изменениями климатических и погодных условий, таких, как ход зимних температур, количество выпадающего снега, его перераспределение, и как следствие этого изменение характера глубин сезонного промерзания таликов и особенностей замерзания изливающихся на поверхность вод.

Многолетняя (вековая) миграция в большей степени присуща наледям территорий с суровыми мерзлотными условиями и интенсивным водообменом. К числу таких территорий относятся гидрогеологические горно-складчатые области, испытывающие активные новейшие движения, например Верхояно-Колымская криогенная гидрогеологическая горно-складчатая область. Видимо, условия, благоприятные для многолетней миграции наледей, существовали в предледниковой зоне покровных оледенений, покрывавших в плейстоцене Европу, а возможно, и другие равнинные территории, такие, как Западная Сибирь.

Многолетняя миграция наледей связана с длительными изменениями мерзлотно-гидрогеологических условий территории и вековыми климатическими колебаниями. Динамика мерзлотно-гидрогеологических условий выражается в изменении характера водоносных таликов, их размеров, формы, положения, водопрпускной способности, режима и температуры вод, а в ряде случаев и типов таликов, перехода их из одной категории в другую. В связи с этим изменяются особенности и интенсивность наледообразования в таликах.

Колебания климата, главным образом таких его составляющих, как среднегодовые температуры воздуха, континентальность, количество атмосферных осадков, ветровой режим зимой и др., обуславливают, с одной стороны, особенности сезонного промерзания пород таликов, с другой, - характер замерзания изливающихся на поверхность наледообразующих вод.

Вопрос о соотношении ежегодной и многолетней (вековой) миграции наледей и о результатах их геологической деятельности в первом приближении представляется следующим образом. В южных районах области многолетнемерзлых пород с обширными таликовыми зонами формируются главным образом наледи, имеющие относительно небольшие размеры, малую мощность и объем льда. Они стаивают весной или в начале лета. Ежегодным изменениям подвержены не только размеры, форма, объем наледного льда, но часто и места их появления. На одном и том же месте они существуют короткое время и их воздействие на рельеф и отложения ложа весьма невелико. Многолетние (средне- и короткопериодные) изменения климатических и мерзлотных условий приводят главным образом к промерзанию таликов радиационно-теплого типа. Они мало влияют на размеры и форму гидрогеогенных и гидрогенных таликов, с которыми связано образование наледей в долинах.

С юга на север, а в горно-складчатых областях с повышением высоты, увеличивается суровость мерзлотных условий и уменьшается площадь, занятая таликами. Они локализуются в долинах рек или приурочиваются к обводненным зонам тектонических нарушений. В связи с этим ограничиваются, локализуются и места возможного развития

наледей. С другой стороны, со сосредоточением мест движения подземных вод увеличивается дебит источников, удельные расходы потоков, питающих наледи. Возрастают их размеры, места наледообразования становятся более устойчивыми. Они связаны с выходами вод глубокой (подмерзлотной) циркуляции на поверхность, местами разгрузки этих вод в грунтово-фильтрационные талики, участками, где сечение последних уменьшается, а поток грунтовых вод переходит частично в поверхностный и т.д. Наледи по размерам значительны и «обрабатывают» большие площади в днищах долин рек. Размеры наледей, их форма, объемы льда подвержены существенным ежегодным изменениям. Но уже и наиболее длительные (коротко-, средне- и длинно-периодные) климатические колебания приводят к уменьшению или увеличению сечения грунтово-фильтрационных таликов и изменению активности наледообразовательных процессов. На последнее, видимо, оказывают заметное воздействие и такие геологические процессы, как новейшие тектонические подвижки.

Наконец, на севере в условиях развития низкотемпературных мерзлых толщ, в связи с обособленностью гидрогеогенных и ряда подрусловых и пойменных напорно-фильтрационных таликов, отсутствием непрерывно выдержанных грунтово-фильтрационных таликов под долинами рек наледи имеют строго фиксированное место образования, практически не меняющийся из года в год объем льда. Подвержены изменениям только их размеры и форма. В этих условиях многолетняя миграция происходит или под действием длительных климатических изменений или под воздействием мощных геологических факторов, таких, как новейшие тектонические подвижки, или коренных изменений гидрогеологической обстановки, например, в результате промерзания водоносных трактов и выключения их из системы водообмена. В этих условиях следы многолетней миграции наледей, существующих на одном месте долго, смещающихся достаточно медленно и обычно глубоко преобразующих рельеф и отложения, фиксируются наиболее отчетливо. Подчеркнем, что в относительно мягких мерзлотно-гидрогеологических условиях обычно бывает весьма сложно определить следы деятельности наледей, возникающие в процессе их длительной многолетней миграции, от результатов ежегодной миграции.

Наиболее существенные изменения в интенсивности наледообразовательных процессов, наиболее значительная многолетняя миграция наледей и наибольшее их воздействие на рельеф и отложения происходили, видимо, в районах, где имели место кардинальные изменения климатических условий и проявлялись активные геологические процессы большого масштаба. К числу их можно отнести контрастные новейшие тектонические движения, появление горных ледников, развитие покровных материковых оледенений и др. В районах с однонаправленным, относительно монотонным развитием

природы в плейстоцене следов миграции и изменения интенсивности геологической деятельности наледей в геологическом прошлом существенно меньше.

Вопрос о геологической деятельности наледей имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Так, в 1970 г. О.Н. Толстихиным была произведена оценка ресурсов подземных вод Северо-Востока СССР, основанная главным образом на оценке площадей наледей и объемов наледного льда. При подсчете площадей широко использовались аэрофотоснимки и картографические материалы, так как на огромных безлюдных, мало исследованных территориях натурных съемок площадей наледей не проводилось. Аэрофотоснимки обычно сделаны для разного времени, чаще всего для середины или второй половины лета. Поэтому для подсчета площади наледи часто принималось, что размер наледи соответствует размеру наледной поляны. В действительности это положение соблюдается далеко не всегда, о чем говорилось выше. Кроме того, из изложенного очевидно, что для наледей, связанных с таликами, имеющими различный характер, соотношение наледообразующих вод и вод, стекающих под наледями транзитом, изменяется в огромных пределах. Это несомненно сказывается на точности оценки ресурсов и возможности применения метода в других регионах.

Поверхности в долинах рек, подвергшиеся обработке наледями, имеют существенно иной характер строения, чем обычные террасы. Лишенные покрова тонкозернистого пылеватого пойменного аллювия, они обладают более высокими температурами песчано-галечных отложений, для которых характерна в целом относительно небольшая льдистость. Поверхность их обычно более сухая. Степень развития таких криогенных процессов, как морозобойное растрескивание, образование повторно-жильных льдов и других, меньше, чем на обычных террасах. В ряде случаев древние наледные поляны - наиболее благоприятные в инженерно-геологическом отношении участки.

Различные мерзлотно-фациальные особенности обычного сингенетически промерзающего, аллювия и аллювия наледных полей в ряде случаев затрудняют корреляцию одновозрастных террасовых уровней. Существование таких различий должно учитываться при геоморфологическом картировании и стратификации четвертичных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воробьев В.В. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря / В.В. Воробьев, А.П. Деревянко. – Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1989. – 416 с.

2 Горная энциклопедия. Серия: Классика энциклопедий [электронный ресурс] : DirectMEDIA. - М.: ДиректМедиа Паблшинг, 2006. – 1 CD - диск.

3 Короновский Н.В. Ощая геология / Н.В.Короновский, Н.А.Ясаманов. - М.: АСАДЕМА, 2003. - 445 с.

4 Леонтьев О.К. Общая геоморфология / О.К.Леонтьев, Г.И.Рычагов. - М.: Высшая школа. – 1988. – 315 с.

5 Отчет по ведению мониторинга экзогенных процессов на территории амурской области. – Благовещенск: АмурТГФ, 1998. - 189 с.

6 Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1989. – 76 с.

Справочная дополнительная литература по наледям

Афанасенко В.Е., Романовский Н.Н. Водоносные долинные талики в пределах территории с мощными многолетнемерзлыми толщами (на примере северо-восточной Якутии). «Тезисы докл. 6-й научн. конференц. геологич. ф-та МГУ» (ротапринт). Изд-во МГУ, 1971.

Афанасенко В.Е., Романовский Н.Н., Зайцев В.Н., Чижев А.Б. Наледи восточной части Селенняхского хребта и Уяндинской впадины, особенности их формирования и оценка по ним ресурсов подземных вод. «Вестн. Моск. ун-та», сер. геол., 1971, № 3.

Боярский О.Г., Бударин Ю.М. и др. Мерзлотно-гидрогеологические условия Витимо-Патомского нагорья. «Мат-лы VIII Всесоюзн. совещ. по геокриологии», вып. 3. Якутск, 1966.

Боярский О.Г., Максимова Л.Н. О «перелетках» и кратковременно существующих многолетнемерзлых породах. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. X. Изд-во МГУ, 1970.

Букаев Н.А. Основные закономерности режима гигантских наледей в верховьях р. Колымы (на примере Антангындинской наледи). Сб. «Наледи Сибири». М., «Наука», 1969.

Гарагуля Л.С., Кудрявцев В.А. и др. Влияние геолого-географических факторов на температурный режим пород слоя сезонного протаивания в северной части Яно-Индигирского междуречья. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. X. Изд-во МГУ, 1970.

Калабин А.И. Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР. Магадан, 1960.

Климовский И.В. Повторно-жильные льды Забайкалья и положение южной границы их распространения. Сб. «Геокриологические условия Забайкалья и Прибайкалья». М., «Наука», 1967.

Корейша М.М. Наледи в горах Сунтар-Хаята. Мат-лы гляциологич. исслед. (хроника обсуждения). «Тр. Ин-та географии АН СССР», № 19 (ротапринт). М., 1972.

Львов А.В. Поиски и испытания водоисточников водоснабжения на западной части Амурской железной дороги в условиях «вечной» мерзлоты почвы. Иркутск, 1916.

Наледи Сибири. М., «Наука», 1969.

Некрасов Н.А. Наледи восточной части Станового нагорья. Сб. «Наледи Сибири». М., «Наука», 1969.

Петров В.Г. Наледи на Амуро-Якутской магистрали. М., Дориздат, 1939.

Преображенский В.С. Наледи и древнее оледенение Станового нагорья. Чита, 1963.

Романовский Н.Н. Зональная и региональная приуроченность таликов. Тезисы докл. Всесоюзн. совещ. по мерзлотоведению 1970 г. Изд-во МГУ, 1970.

Романовский Н.Н. Талики в области многолетнемерзлых пород и схема их подразделения. «Вестн. Моск. ун-та», сер. геол., 1972, № 1.

Романовский Н.Н., Кондратьева К.А. и др. Мерзлотные и гидрогеологические особенности района Депутатского рудного узла. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. X. Изд-во МГУ, 1970.

Романовский Н.Н., Полтев Н.Ф., Бударин Ю.М. Влияние мерзлотных физико-геологических явлений на формирование рельефа Патомского нагорья. «Мат-лы VIII Всесоюзн. совещ. по геокриологии», вып. 6. Якутск, 1966.

Симаков А.С. О некоторых особенностях развития тарынов на Северо-Востоке СССР и вероятном строении криолитозоны. Сб. «Мат-лы VII междувед. совещ. по мерзлотоведению». М., Изд-во АН СССР, 1959.

Спрингис К.Я. Некоторые признаки проявления новейших тектонических движений в Верхояно-Колымской складчатой области. «Неотектоника СССР». Рига, Изд-во АН ЛатвССР, 1961.

Толстихин Н.И., Обидин Н.И. Наледи Восточного Забайкалья. «Изв. Гос. географ. о-ва», т. 68, вып. 8. М.-Л., 1936.

Толстихин О.Н. Наледи Северо-Востока СССР. Автореферат на соискание ученой степени доктора геол.-минералогич. наук. Иркутск, 1970.

Фотиев С.М. К вопросу о роли наледей в формировании морфологии наледных участков речных долин. Сб. «Геокриологические условия Западной Сибири Якутии и Чукотки». М., «Наука», 1965.

Хруцкий С.Ф., Афанасенко В.Е. и др. Новые данные по мерзлотно-гидрогеологическому строению северной части Яно-Индибирского междуречья. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. XII. Изд-во МГУ, 1972.

Чекотилло А.М., Цвид А.А., Макаров В.Н. Наледи на территории СССР и борьба с ними. Благовещенск, Амурское книжное изд-во, 1960.

Чиждова Н.И. Изучение наледей подземных вод при гидрогеологической съемке и оценке подземного стока в области распространения многолетнемерзлых пород на примере Южной Якутии. Сб. «Мерзлотные исследования», вып. V. Изд-во МГУ, 1966.

Швецов П.Ф., Седов В.П. Гигантские наледи и подземные воды хребта Тас-Хаяхта. М., Изд-во АН СССР, 1941.

Терминологический словарь

Водоносный горизонт - часть пласта или пласт, насыщенный водой.

Гидросфера - прерывистая водная оболочка земного шара, расположенная на поверхности и в толще земной коры и представляющая совокупность океанов, морей и водных объектов суши

Гигроскопическая вода - вода увлажнения, механически примешанная к тому или иному веществу.

Гравитационная вода - подземная вода, способная передвигаться по порам, трещинам и другим пустотам горных пород под влиянием силы тяжести.

Грунтовые воды - подземные воды, залегающие на первом от поверхности земли водоупоре и представляющие собой постоянный во времени и значительный по площади распространения водоносный горизонт.

Источник (родник) - естественный выход подземной воды на поверхность земли.

Инфильтрационные подземные воды - представляют собой атмосферные осадки, талые воды, воды рек и озер, просочившиеся по порам и трещинам в горных породах.

Капиллярные воды - воды, удерживаемые в порах грунта под влиянием капиллярных (менисковых) сил.

Межпластовые воды - воды, залегающие между пластами водоупорных пород.

Минеральные воды - воды, обладающие обычно минерализацией свыше 1 г/л и содержащие ряд специфических микрокомпонентов в количестве не менее указанного ниже:

Углекислота свободная CO_2	0,25 г/л
Общий титруемый йодом сероводород $\Sigma\text{H}_2\text{S}$...	0,001 г/л
Ионы лития Li'	0,001 г/л
Ионы бария Ba''	0,005 г/л
Ионы стронция Sr''	0,010 г/л
Ионы железа Fe'' или Fe'''	0,010 г/л
Ионы фтора F'	0,002 г/л
Ионы брома Br'	0,005 г/л
Ионы иода I'	0,001 г/л
Ионы гидроарсената HAsO_4''	0,001 г/л
Ионы борной кислоты HBO_2	0,005 г/л
Эманация радия Rn	3,5 М. е. (единицы Махе)

Многолетнемерзлые породы - это породы, обладающие нулевой среднегодовой температурной отметкой. По мере движения с юга на север массивность и толщина многолетнемерзлых горных пород постепенно увеличивается, средняя ее мощность составляет 700 - 900 м.

Многолетняя мерзлота - часть криолитозоны, где породы имеют в течение многих лет (от 2 лет до нескольких тысячелетий) отрицательную или нулевую температуру и содержат подземные льды. В России распространены в Сибири, на Дальнем Востоке и на севере Европейской части.

Наледь (словарь на Академике)- ледяное тело, образовавшееся в результате замерзания речной или подземной воды, излившейся на поверхность, или в пределах деятельного слоя.

Синонимы: вода, гололед, гололедица, когва, корка, лед, наморозь, наракуй, тарын.

Нáледь (Википедия) – слоистые ледяные массивы на поверхности земли, льда или инженерных сооружений, образующиеся при замерзании периодически изливающихся (осаждающихся) природных или техногенных вод.

Основные условия наледообразования:

- Стабильная поверхность в аккумуляции в виде льда или др. тела, охлажденного ниже нуля.
- Миграция жидкой или капельно-жидкой воды из области первичного состояния (жидкого) в область возможной кристаллизации.
- Прерывистость (дискретность) в подаче воды к поверхности намерзания, обусловленная особенностями перераспределения тепла и влаги в природных или антропогенных системах.

Наледь, ледяное тело, образующееся в результате послойного замерзания речных или подземных вод, излившихся на дневную поверхность или в полость в горных породах вследствие напорной разгрузки подземных или поверхностных вод при перемерзании русел рек или водоносных горизонтов. По происхождению делятся на Наледь поверхностных вод, подземных вод и смешанные. Наиболее широко распространены Наледь в области многолетнемерзлых горных пород, но они характерны и для районов глубокого сезонного промерзания. Интенсивность развития Наледь зависит от запасов подземных вод и водности предшествующего лета, глубины промерзания сезонно-талого слоя. Места выхода Наледь приурочены к участкам резкого уменьшения сечения русла и очагам разгрузки подземных вод. Различают сухие Наледь, образованные единовременным выходом воды, и мокрые Наледь, покрытые водой, постепенно изливающейся на поверхность льда. Площади Наледь колеблются от десятков и сотен m^2 до сотен $км^2$ и более. Наиболее крупные Наледь наблюдаются в Якутии и на С.-В. СССР. Здесь встречаются многолетние Наледь, стаивающие летом лишь частично. Суммарный объём Наледь на С.-В. СССР около $25 км^3$, что больше объёма всех ледников этого района. Существенна роль Наледь в питании рек, особенно в районах, где запасы снега невелики и в начале лета осадков мало (Якутия, Забайкалье). Наледь наносят материальный ущерб, перекрывая и разрушая дороги, деформируя здания.

Наледь (a. ice body, icing; н. Aufeis; ф. escuelle de glace; и. capa de hielo, estrato de hielo, lecho de hielo) — ледяное тело, образующееся в результате послойного замерзания речных или подземных вод, излившихся на земную поверхность или в полости горных пород вследствие напорной разгрузки подземных или поверхностных вод. Причина излияния вод — возникновение гидродинамического и гидростатического напора при сезонном промерзании подземных водоносных трактов, водотоков и водоёмов. Чаше встречаются и имеют практическое значение наледи подземных вод и смешанного (подземного и поверхностного) питания. Наледи подземных вод распространены в горах и на периферии плоскогорий. Развитию наледей способствуют активные новейшие тектонические движения, обновляющие старые и образующие новые разломы, интенсивный водообмен поверхностных и подземных вод, суровый континентальный климат с холодными малоснежными зимами. Последнее обуславливает глубокое сезонное промерзание таликов и быстрое замерзание изливающихся на поверхность вод. От южных районов криолитозоны с островным распространением многолетнемерзлых пород к северным районам со сплошными и мерзлыми толщами существует тенденция сокращения числа наледей и увеличения их размеров. Размеры наледей характеризуются площадью (от нескольких метров до десятков $км^2$), объёмом (от

нескольких м³ до десятков млн. м³), средней и максимальной мощностью льда (от нескольких сантиметров до 10-15 м).

Выделяются однолетние (полностью тают летом) и многолетние (наледный лёд сохраняется в течение ряда лет) наледи. На юге криолитозоны наледи ежегодно сильно варьируют по размерам, меняется их местоположение. В отдельные годы они отсутствуют, возникают и исчезают при техногенных воздействиях. На севере криолитозоны наледи приурочены к локализованным водоносным грунтово-фильтрационным и напорно-фильтрационным таликам, местоположение их и объём наледного льда относительно постоянны, меняются форма наледей, площадь и мощность льда. Только сильные техногенные воздействия (например, интенсивная эксплуатация подземных вод) способны изменить местоположение наледей и их объём. Наледи часто испытывают многолетнюю миграцию под влиянием новейших движений, сеймики, динамики климата и мерзлотных условий. Наледи являются поисковым признаком на подземные воды. В условиях сплошной криолитозоны по объёмам наледного льда осуществляется подсчёт ресурсов подземных вод. Наледи, особенно крупные, активно воздействуют на рельеф и отложения, образуя наледные поляны и формируя грубообломочный "наледный аллювий". Образование наледей приводит к истощению подземных и поверхностных вод зимой. Летнее таяние наледей ведёт к увеличению поверхностного стока (наледное регулирование). Наледи ухудшают состояние дорог, мостов, сооружений и др., затрудняют ведение открытых горных работ зимой в неглубоко залегающих водоносных породах.

Методы борьбы с наледью: каптаж источников, утепление и отвод вод из зоны воздействия на сооружения; понижение уровня подземных вод, предотвращение возникновения напоров и прорывов подземных вод на поверхность зимой; вынесение сооружений вне зоны действия наледей.

Талик — участок незамерзающей породы среди вечной мерзлоты, распространяющийся вглубь от поверхности или от слоя сезонного промерзания. Различают *сквозные* талики, пронизывающие толщу вечной мерзлоты насквозь, и *несквозные* или *ложные*, то есть замкнутые снизу. Слово «талик» («talik») вошло в международную географическую терминологию.

Талики могут быть различного происхождения, в частности:

- *Радиационно-тепловые талики* — образуются в результате отепляющего воздействия таких природных факторов, как повышенная солнечная радиация (*радиационные талики*), скапливание толстого слоя снега (*тепловые талики*) или инфильтрация атмосферных осадков (*дождевально-радиационные талики*). Талики этих типов существуют в основном вдоль южной границы зоны вечной мерзлоты.
- *Гидрогенные талики* — существуют вследствие отепляющего влияния рек (*подрусловые* и *пойменные талики*), морей (*субмаринные талики*), озёр (*подозёрные талики*) и других водоёмов. Гидрогенные талики обнаруживаются по всей зоне вечной мерзлоты.
- *Вулканогенные талики* — образуются в результате вулканической активности.
- *Техногенные талики* — обязаны своим существованием деятельности человека

Подписано в печать . Формат 60x90x16
Бумага для множительных аппаратов. Печать офсетная.
Усл. Печ. знаков . Тираж 100 экз.з
Заказ № .
Типография Амурского государственного университета.
Г. Благовещенск, ул Мухина